

Digital current measurement method - using inductive transducer with measurement current in primary coil, magnetic flux in core compensated by secondary current controlled by counter

Patent number: DE4142342
Publication date: 1993-06-24
Inventor: ROTH-STIELOW JOERG DR ING (DE)
Applicant: SEW EURODRIVE GMBH & CO (DE)
Classification:
- **international:** G01R1/20; G01R17/04; G01R19/25
- **european:** G01R15/18C; G01R19/25
Application number: DE19914142342 19911220
Priority number(s): DE19914142342 19911220

Report a data error here

Abstract of DE4142342

The measurement method involves using an inductive current measurement transducer with the measurement current flowing through a primary winding (3) of the transducer. The count direction of a clocked counter (7) is influenced by the direction of magnetic flux in the transducer core (2). The counter state controls the current in a secondary winding (4) so that the resulting flux compensates that caused by the measurement current. The counter state forms a measurement value corresp. to the measurement current. USE/ADVANTAGE - E.g. for measurements on electric motors. Does not necessitate the use of an analogue-to-digital converter.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 41 42 342 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁵:
G 01 R 19/25
G 01 R 17/04
G 01 R 1/20
// G 01 R 33/06

②1 Aktenzeichen: P 41 42 342.9
②2 Anmeldetag: 20. 12. 91
④3 Offenlegungstag: 24. 6. 93

DE 41 42 342 A 1

⑦1 Anmelder:
SEW-Eurodrive GmbH & Co, 7520 Bruchsal, DE

⑦4 Vertreter:
Lichti, H., Dipl.-Ing.; Lempert, J., Dipl.-Phys.
Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 7500 Karlsruhe

⑦2 Erfinder:
Roth-Stielow, Jörg, Dr.-Ing., 7470 Albstadt, DE

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur digitalen Strommessung

⑤7 Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur digitalen Strommessung mit einem induktiven Stromwandler vorgeschlagen, wobei ein zu messender Strom (Meßstrom) durch eine Primärwicklung des Wandlers fließt. Um einen besonders preisgünstigen Aufbau zu ermöglichen, ist vorgesehen, daß richtungsabhängig vom magnetischen Fluß im Kern des Wandlers die Zählrichtung eines getakteten Zählers gesteuert wird, und der Zählerstand einen Strom durch eine Sekundärwicklung des Wandlers steuert, so daß der von diesem Strom im Kern des Wandlers verursachte Teil des magnetischen Flusses den vom Meßstrom verursachten Teil des magnetischen Flusses kompensiert und der Zählerstand einen dem Meßstrom entsprechenden Meßwert bildet.

DE 41 42 342 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur digitalen Strommessung mit einem induktiven Stromwandler, wobei ein Meßstrom durch eine Primärwicklung des Wandlers fließt.

Induktive Wandler gewährleisten eine galvanische Trennung zwischen dem Stromkreis, der den zu messenden Strom führt und der weiteren Meßanordnung. Eine solche galvanische Trennung ist beispielsweise bei der Strommessung an Elektromotoren wünschenswert, da dort hohe Ströme und Spannungen auftreten können.

Einen induktiven Wandler als Stromwandler für Wechselströme einzusetzen ist bekannt. Hierbei verhält sich der Sekundärstrom praktisch proportional zum Primärstrom. Eine Transformation der Spannung ist nicht wesentlich.

Desweiteren sind Vorrichtungen zur digitalen Strommessung bekannt, bei denen ein induktiver Wandler sekundärseitig mit einem Analog-Digital-Wandler verbunden ist. Um auch Gleichstromanteile messen zu können, ist ein Sensor für den Fluß im Kern des Wandlers vorgesehen, der über eine Regelung eine in Reihe zur Sekundärwicklung geschaltete Spannungsquelle ansteuert. Die Regelung ist so ausgelegt, daß der Fluß im Kern des Wandlers nur sehr geringe Werte aufweist und insbesondere keine magnetische Sättigung eintritt; somit besteht stets eine transformatorische Kopplung zwischen der Primär- und der Sekundärwicklung des Wandlers. Als nachteilig ist dabei anzusehen, daß schnelle Analog/Digital-Wandler, die für eine hohe zeitliche Auflösung erforderlich sind, sehr teuer sind.

So liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur digitalen Strommessung der oben genannten Art zu schaffen, wobei eine einfache und preisgünstige Realisierung gewährleistet wird und die Verwendung eines Analog/Digital-Wandlers nicht erforderlich ist.

Die Aufgabe wird für ein Verfahren dadurch gelöst, daß richtungsabhängig vom magnetischen Fluß im Kern des Wandlers die Zählrichtung eines getakteten Zählers gesteuert wird, und der Zählerstand einen Strom durch eine Sekundärwicklung des Wandlers steuert, so daß der von diesem Strom im Kern des Wandlers verursachte Teil des magnetischen Flusses den vom Meßstrom verursachten Teil des magnetischen Flusses kompensiert und der Zählerstand einen dem Meßstrom entsprechenden Meßwert bildet. Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, daß ein Flußsensor zur Detektion der Polarität des magnetischen Flusses im Kern des Wandlers, ein vom Sensor in seiner Zählrichtung gesteuerter, digitaler Zähler mit einem Taktgenerator und eine vom Zählerstand gesteuerte, an eine Sekundärwicklung des Wandlers angeschlossene Stromregleinheit vorgesehen sind, so daß der von diesem Strom im Kern des Wandlers verursachte Teil des magnetischen Flusses dem vom Meßstrom verursachten Teil des magnetischen Flusses entgegengerichtet ist und der Zählerstand einen zum Meßstrom korrespondierenden Meßwert bildet.

Der Erfindung liegt die wesentliche Idee zugrunde, ausgehend vom magnetischen Fluß im Kern des Wandlers in besonders einfacher Weise einen digitalen Stellwert zu bilden, der vermöge der Gegenkopplung des Sekundärstromes einen zum Meßstrom korrespondierenden Meßwert darstellt. So wird ein einfacher und preisgünstiger digitaler Zähler verwendet, dessen Zählrichtung in Abhängigkeit von der Polarität des magne-

tischen Flusses gesteuert wird. Eine weitere wesentliche Idee ist darin zu sehen, daß nicht die transformatorische Kopplung von Primär- und Sekundärwicklung ausgenutzt wird, sondern vielmehr eine Überlagerung der durch die Ströme in den beiden Wicklungen verursachten Teile des magnetischen Flusses entscheidend ist. Daher ist das erfindungsgemäße Verfahren für Wechsel- und Gleichstrommessungen gut geeignet.

Bevorzugt ist vorgesehen, daß zur Steuerung des Stromes der Sekundärwicklung der Zählerstand in ein analoges Stellsignal gewandelt und damit eine steuer- oder regelbare Stromquelle angesteuert wird. Dies wird bei einer Vorrichtung dadurch realisiert, daß die Stromregleinheit durch einen D/A-Wandler und eine davon angesteuerte, steuer- oder regelbare Stromquelle gebildet ist. So wird in einfacher Weise mit handelsüblichen Komponenten eine Regelung des Stroms im Sekundärstromkreis realisiert. Ein Digital/Analog-Wandler ist dabei wesentlich preisgünstiger als ein vergleichbarer Analog/Digital-Wandler.

Bevorzugterweise verhält sich der Strom der Sekundärwicklung etwa linear zum Zählerstand bzw. Stellsignal. Hierdurch wird erreicht, daß der Zählerstand etwa proportional vom Meßstrom abhängt.

Um Streuverluste, das Windungszahlenverhältnis, die Steuerfunktion der steuer- oder regelbaren Stromquelle und sonstige Abweichungen zu berücksichtigen, ist vorgesehen, daß Meßwerte durch Korrektur des Zählerstandes mit einer Eichfunktion erhalten werden.

Eine übermäßig hohe Spannungsbeanspruchung der steuer- oder regelbaren Stromquelle sowie der Sekundärwicklung wird dadurch vermieden, daß die an der Sekundärwicklung anliegende Spannung begrenzt wird. Dies wird dadurch realisiert, daß parallel zur Sekundärwicklung des Wandlers ein Spannungs-Begrenzungs-Zweipol geschaltet ist. Bevorzugt wird dieser durch zwei in Reihe entgegengesetzt geschaltete Zenerdioden gebildet.

In einer Variante ist vorgesehen, daß der Wandler im wesentlichen nur in magnetischer Sättigung betrieben wird. Dadurch wird die transformatorische Wirkung des Wandlers weitgehend aufgehoben. Dies kann dadurch erreicht werden, daß der Kern des Wandlers nur einen sehr geringen Querschnitt aufweist, so daß im Bereich der Kompensation, d. h. beim Wechsel der Polarität des magnetischen Flusses, ein Zählschritt des Zählers ein vollständiges Ummagnetisieren des Kerns von einer Richtung in die andere Richtung zur Folge hat. So ergeben sich nur zwei magnetische Zustände des Kerns, die leicht zu detektieren sind.

Bevorzugt ist ein Hall-Generator als Flußsensor vorgesehen. Diesem ist gegebenenfalls zur Detektion der Polarität des magnetischen Flusses ein Komparator nachgeschaltet.

In einer weiteren Verfahrensvariante ist vorgesehen, daß die Zählgeschwindigkeit des Zählers abhängig vom Betrag des magnetischen Flusses verändert wird. Dabei ist insbesondere vorgesehen, daß die Zählgeschwindigkeit erhöht wird, wenn der Betrag des magnetischen Flusses einen Grenzwert überschreitet. So wird die Zeit des Einschwingvorgangs reduziert und damit die zeitliche Auflösung der Messungen verbessert.

Zur Realisierung ist dabei vorgesehen, daß dem Flußsensor ein weiterer Komparator zum Vergleich des Betrages des Sensorsignals mit einem Festwert zur Steuerung der Zählgeschwindigkeit nachgeschaltet ist.

Um die Zählgeschwindigkeit variieren zu können, ist vorgesehen, daß die Zählfrequenz und/oder die Zähl-

schrittweise verändert werden. Eine Veränderung der Zählschrittweite wird bevorzugt dadurch realisiert, daß die Gesamtheit der Stufen des Zählers in zwei Gruppen unterteilt wird, und die erste Gruppe die niederwertigen Stufen enthält, und die zweite Gruppe die höherwertigen Stufen enthält, und daß eine Veränderung der Zählschrittweite dadurch herbeigeführt wird, daß wahlweise die Gesamtheit der Stufen des Zählers oder nur die zweite Gruppe von Stufen des Zählers mit der Zählfrequenz getaktet werden.

Bevorzugte Ausgestaltungen zeichnen sich dadurch aus, daß der Zähler mit zwei Generatoren unterschiedlicher Taktfrequenz verbindbar ist, oder daß die Zählschrittweite steuerbar ist.

Eine sehr einfache Fehlererkennung wird dadurch realisiert, daß Zeiten unveränderter Polarität des magnetischen Flusses gemessen werden und bei Überschreiten einer einstellbaren Grenzzeit ein Alarmsignal gesetzt wird.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnung mehrerer Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 2 eine erste Ausführungsform einer Sensoreinheit;

Fig. 3 eine erste Ausführungsform einer Zählereinheit;

Fig. 4 eine zweite Ausführungsform einer Sensoreinheit;

Fig. 5 eine zweite Ausführungsform einer Zählereinheit; und

Fig. 6 eine dritte Ausführungsform einer Zählereinheit.

Eine Vorrichtung zur digitalen Strommessung nach Fig. 1 weist einen Stromwandler 1 mit einem Kern 2, einer Primärwicklung 3 und einer Sekundärwicklung 4 auf. Eine Sensoreinheit 5 ist zur Messung des magnetischen Flusses im Kern 2 vorgesehen. Die Sensoreinheit 5 steuert die Zählrichtung einer getakteten Zählereinheit 7 in Abhängigkeit von der Polarität des magnetischen Flusses.

Ein digitaler Ausgang der Zählereinheit 7 ist mit einem Digital/Analog-Wandler 8 verbunden, der den aktuellen digitalen Zählerstand in ein analoges Stellsignal zur Ansteuerung einer regelbaren Stromquelle 9 umsetzt. Diese bildet einen Stromkreis mit der Sekundärwicklung 4 des Stromwandlers 1.

Ein zu messender Strom I_M fließt durch die Primärwicklung 3 des Wandlers 1, welche zur Minimierung ohmscher Widerstände nur wenige Windungen aufweist oder im Grenzfall aus einem nur einmal durch den Wandler 1 geführten Leiter besteht. Der Strom I_M erzeugt im Kern 2 des Wandlers 1 einen Teil des magnetischen Flusses, der abhängig von der Stromrichtung und dem Wicklungssinn der Primärwicklung 3 orientiert ist. Die Sensoreinheit 5 detektiert die Orientierung des magnetischen Flusses im Kern 2 und steuert die Zählereinheit 7 so an, daß diese ihre Zählrichtung wechselt, wenn der magnetische Fluß seine Polarität ändert. Der aktuelle Digitalwert D der Zählereinheit 7 wird vom D/A-Wandler 8 in ein Steuersignal für die steuer- oder regelbare Stromquelle 9 umgesetzt. Diese beaufschlagt die Sekundärwicklung 4 mit einem Kompensationsstrom I_K , so daß im Kern 2 ein zu dem vom Meßstrom I_M verursachten Teil des magnetischen Flusses entgegengesetzter Teil des magnetischen Flusses erzeugt wird. Durch diese Gegenkopplung wird erreicht, daß

sich die von den beiden Wicklungen 3 und 4 erzeugten Teile des magnetischen Flusses im eingeschwungenen Zustand kompensieren und der Digitalwert D der Zählereinheit 7 einen zum Meßstrom I_M korrespondierenden Meßwert darstellt.

Bevorzugt weist die Stromquelle 9 eine etwa lineare Steuercharakteristik auf, damit sich der Digitalwert D der Zählereinheit 7 zum Meßstrom I_M möglichst linear verhält. Gegebenenfalls werden Eichkurven mit der Meßvorrichtung aufgenommen, mit denen dann der Digitalwert D bei Messungen korrigiert wird.

An die Sensoreinheit 5 ist auch eine Fehlererkennung 6 angeschlossen. Hierbei handelt es sich um einen Logik-Baustein, der die Zeit von einem Polaritätswechsel bis zum nächsten mißt und bei Überschreiten einer bestimmten Grenzzeit ein Fehlersignal abgibt. So wird sehr einfach eine hohe Änderungsgeschwindigkeit des Meßstromes I_M , wie sie beispielsweise bei einem Kurzschluß auftritt, oder ein Ausfall der Meßvorrichtung registriert.

Um eine übermäßig hohe Spannungsbeanspruchung der steuer- oder regelbaren Stromquelle sowie der Sekundärwicklung zu vermeiden, ist parallel zu dieser ein Spannungs-Begrenzungs-Zweipol 10 geschaltet. Dieser weist bei niedrigen Spannungen einen hohen differentiellen Widerstand auf. Oberhalb einer Grenzspannung wird dieser jedoch sehr klein, so daß diese Grenzspannung in etwa die maximal an der Sekundärwicklung 4 anliegende Spannung darstellt. Im Ausführungsbeispiel wird der Zweipol 10 durch zwei in Reihe entgegengesetzt geschaltete Zenerdioden gebildet.

Größere Spannungen an der Primärwicklung 4 können insbesondere bei zeitlich stark variierenden Meßströmen I_M als Induktionsspannungen auftreten. Unter diesem Gesichtspunkt ist es günstig, den Kern 2 so zu dimensionieren, daß dieser fast ausschließlich in Sättigung betrieben wird und lediglich bei einem Polaritätswechsel des magnetischen Flusses ummagnetisiert wird.

Fig. 2 zeigt die Sensoreinheit 5 in einer ersten Ausführungsform mit einem Flußsensor 12, der hier durch einen Hall-Generator 13 mit einer angeschlossenen Stromquelle 14 gebildet wird. Selbstverständlich können auch andere bekannte Flußsensoren verwendet werden. Der Ausgang des Generators 13 (Hall-Spannung) ist mit einem Komparator 15 verbunden.

Durch den magnetischen Fluß des Kerns 2 wird im Hall-Generator 13 eine Hall-Spannung verursacht. Diese wird von dem Komparator 15, der einen Schwellwert Null hat, in ein Steuersignal umgesetzt, welches das Vorzeichen der Hall-Spannung und damit die Polarität des magnetischen Flusses angibt. Das Steuersignal wird über eine Steuerleitung 16 der Zählereinheit 7 zugeführt.

Eine erste Ausführungsform der Zählereinheit 7 ist in Fig. 3 dargestellt. Steuersignale der Sensoreinheit 5 werden über die Steuerleitung 16 einem Gate-Eingang 17 eines Zählers 18 zugeführt. Weiterhin ist ein Taktgenerator 19 vorgesehen, der mit Clock-Eingängen 20 des Zählers 18 verbunden ist.

Durch das am Gate-Eingang 17 anliegende Steuersignal wird die Zählrichtung des Zählers 18 bestimmt, wobei in beide Richtungen mit der Taktfrequenz des Generators 19 gezählt wird. Der digitale Zählerstand D des Zählers 18 wird zum einen an die Stromregleinheit, gebildet aus dem Digital/Analog-Wandler 8 und der Stromquelle 9, und zum anderen an eine nicht dargestellte Meßwerterfassung oder Auswertung weitergeleitet.

Fig. 4 zeigt eine zweite Ausführungsform der Sensoreinheit 5, wobei zusätzlich zur ersten Ausführungsform ein weiterer Komparator 21 an den Hall-Generator 13 angeschlossen ist. Der Komparator 21 vergleicht den Betrag der Hall-Spannung mit einem Festwert und gibt ein entsprechendes Steuersignal ab. Die Steuersignale der Komparatoren 15 und 21 werden zur weiteren Verarbeitung über Steuerleitungen 16 an eine Zählereinheit 7 weitergeleitet, bei der auch der Betrag des magnetischen Flusses berücksichtigt wird. Im folgenden werden zwei Ausführungsformen für eine derartige Zählereinheit 7 erläutert.

Die Zählereinheit 7 nach Fig. 5 weist einen Zähler 18' mit vier Clock-Eingängen 20 auf, die von einem Logik-Baustein 22 angesteuert werden. Der Logik-Baustein 22 schaltet abhängig von den vier möglichen Zuständen, definiert durch die Steuersignale der beiden Komparatoren 15 und 21, das Taktsignal des Takt-Generators 19 auf einen der Clock-Eingänge 20. Je nach beaufschlagtem Clock-Eingang 20 zählt der Zähler 18' vorwärts, rückwärts und in kleinen oder größeren Schritten. Es ergeben sich also vier Möglichkeiten für die Kombination der Zählrichtung und der Zählgeschwindigkeit, die jeweils eindeutig einem Clock-Eingang 20 zugeordnet sind. Im Ausführungsbeispiel wird eine Erhöhung der Zählgeschwindigkeit und damit eine Steigerung der Zählgeschwindigkeit dadurch erreicht, daß anstatt niederwertiger Bits höherwertige Bits weitergezählt werden.

Anstatt die Zählgeschwindigkeit durch Erhöhung der Zählgeschwindigkeit zu steigern, wird in einer weiteren Ausführungsvariante der Zählereinheit 7 nach Fig. 6 die Zählfrequenz geändert. Hierzu weist die Zählereinheit 7 einen weiteren Taktgenerator 19' auf. Abhängig vom Steuersignal des Komparators 21 werden die beiden Generatoren 19 und 19' durch einen Logik-Baustein 23 mit den Clock-Eingängen 20 des Zählers 18 verbunden. Die Generatoren 19 und 19' weisen unterschiedliche Taktfrequenzen auf, so daß sich zwei verschiedene Zählgeschwindigkeiten des Zählers 18 ergeben. Das Steuersignal des Komparators 15 steuert hierbei wiederum den Gate-Eingang 17 des Zählers 18, um die Zählrichtung festzulegen.

Bei den beiden Ausführungsformen der Zählereinheit 7 nach den Fig. 5 und 6 wird jeweils das Steuersignal des Komparators 21 der Sensoreinheit 5 nach Fig. 4 dazu benutzt, um die Zählgeschwindigkeit in Abhängigkeit vom Betrag des magnetischen Flusses so zu steuern, daß bei einem hohen Betrag der Zähler 18 bzw. 18' mit einer erhöhten Zählgeschwindigkeit zählt, um den Einschwingvorgang des Regelkreises zu verkürzen. Die dargestellten Möglichkeiten zur Veränderung der Zählgeschwindigkeit durch Ändern der Zählgeschwindigkeit oder der Zählfrequenz können selbstverständlich auch kombiniert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur digitalen Strommessung mit einem induktiven Stromwandler, wobei ein zu messender Strom (Meßstrom) durch eine Primärwicklung des Wandlers fließt, dadurch gekennzeichnet, daß richtungsabhängig vom magnetischen Fluß im Kern des Wandlers die Zählrichtung eines getakteten Zählers gesteuert wird, und der Zählerstand einen Strom durch eine Sekundärwicklung des Wandlers steuert, so daß der von diesem Strom im Kern des Wandlers verursachte Teil des magnetischen Flusses den vom Meßstrom verursachten

Teil des magnetischen Flusses kompensiert und der Zählerstand einen dem Meßstrom entsprechenden Meßwert bildet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Steuerung des Stromes durch die Sekundärwicklung der Zählerstand in ein analoges Stellsignal gewandelt und damit eine steuer- oder regelbare Stromquelle angesteuert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Strom durch die Sekundärwicklung etwa linear zum Zählerstand bzw. Stellsignal verhält.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Meßwerte durch Korrektur des Zählerstandes mit einer Eichfunktion erhalten werden.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die an der Sekundärwicklung anliegende Spannung begrenzt wird.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Wandler im wesentlichen nur in magnetischer Sättigung betrieben wird.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zählgeschwindigkeit des Zählers abhängig vom Betrag des magnetischen Flusses im Kern des Wandlers verändert wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Zählgeschwindigkeit des Zählers gleichsinnig mit dem Betrag des magnetischen Flusses im Kern des Wandlers verändert wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Zählgeschwindigkeit erhöht wird, wenn der Betrag des magnetischen Flusses einen Grenzwert überschreitet.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zur Veränderung der Zählgeschwindigkeit die Zählfrequenz und/oder die Zählgeschwindigkeit verändert werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Gesamtheit der Stufen des Zählers in zwei Gruppen unterteilt wird, und daß die erste Gruppe die niederwertigen Stufen enthält, und daß die zweite Gruppe die höherwertigen Stufen enthält, und daß eine Veränderung der Zählgeschwindigkeit dadurch erreicht wird, daß wahlweise die Gesamtheit der Stufen des Zählers oder nur die zweite Gruppe von Stufen des Zählers mit der Zählfrequenz getaktet werden.

12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Zeiten unveränderter Polarität des magnetischen Flusses gemessen werden und bei Überschreiten einer einstellbaren Grenzzeit ein Alarmsignal gesetzt wird.

13. Vorrichtung zur digitalen Strommessung, mit einem induktiven Stromwandler, wobei ein zu messender Strom (Meßstrom) durch eine Primärwicklung des Wandlers fließt, insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Flußsensor (12) zur Detektion der Polarität des magnetischen Flusses im Kern (2) des Wandlers (1), ein vom Sensor (12) in seiner Zählrichtung gesteuerter, digitaler Zähler (18, 18') mit einem Taktgenerator (19, 19') und eine vom Zählerstand (D) gesteuerte, an eine Sekundärwicklung (4) des Wandlers (1)

angeschlossene Stromregleinheit vorgesehen sind, so daß der vom Ausgangsstrom dieser Stromregleinheit im Kern des Wandlers verursachte Teil des magnetischen Flusses den vom Meßstrom (I_M) verursachten Teil des magnetischen Flusses kompensiert und der Zählerstand einen zum Meßstrom (I_M) korrespondierenden Meßwert bildet. 5

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromregleinheit durch einen Digital/ Analog-Wandler (8) und eine davon angesteuerte, steuer- oder regelbare Stromquelle (9) gebildet ist. 10

15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß parallel zur Sekundärwicklung (4) des Wandlers (1) ein Spannungs-Begrenzungszweipol (10) geschaltet ist. 15

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Zweipol (10) durch zwei in Reihe entgegengesetzt geschaltete Zenerdioden gebildet ist. 20

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß ein Hall-Generator (13) zur Detektion des magnetischen Flusses vorgesehen ist. 25

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß dem Flußsensor (12) ein Komparator (15) zur Detektion der Polarität des magnetischen Flusses nachgeschaltet ist. 30

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß dem Flußsensor (12) ein weiterer Komparator (21) zum Vergleich des Betrags des Sensorsignals mit einem Festwert zur Steuerung der Zählgeschwindigkeit nachgeschaltet ist. 35

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Zähler (18, 18') wahlweise mit zwei Taktgeneratoren (19, 19') unterschiedlicher Taktfrequenz verbindbar ist. 40

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Zählschrittweite des Zählers (18, 18') steuerbar ist. 45

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

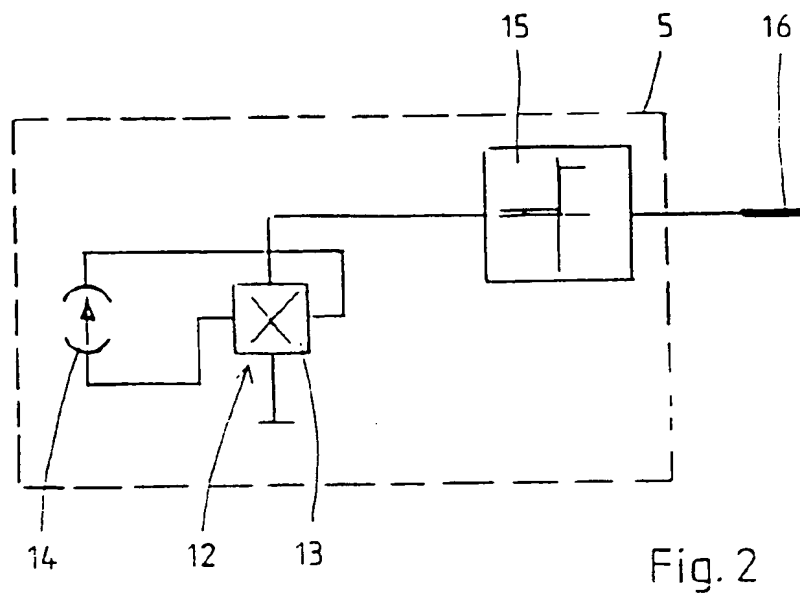
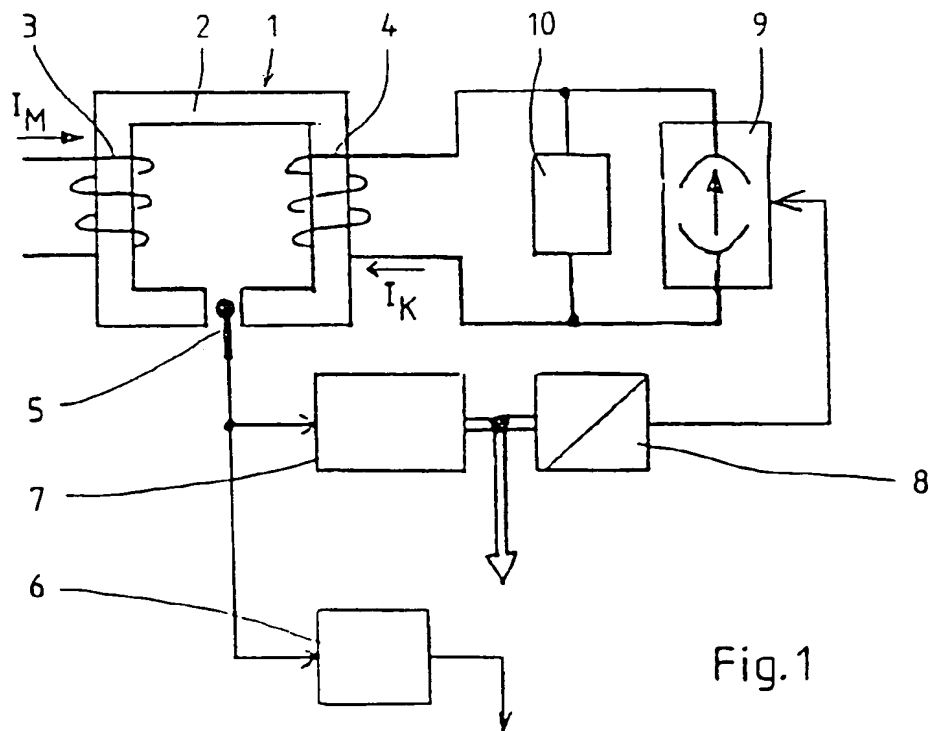
45

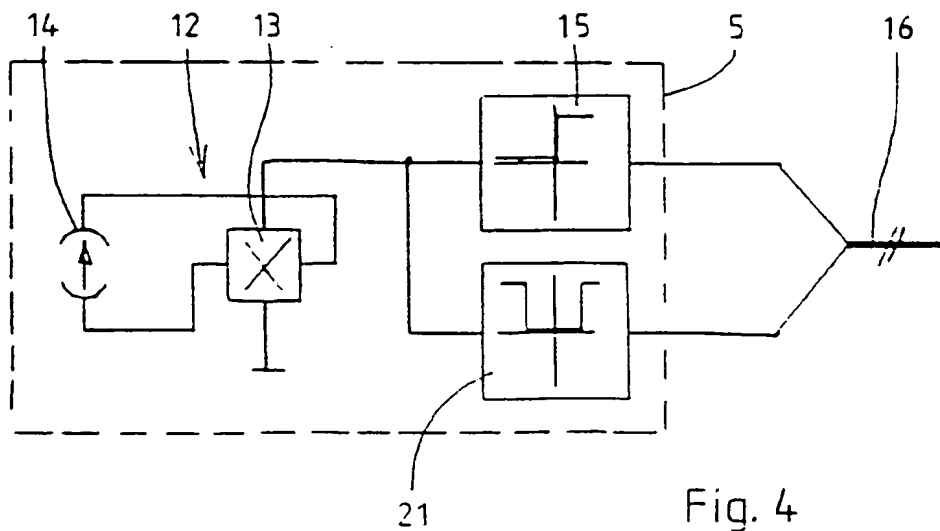
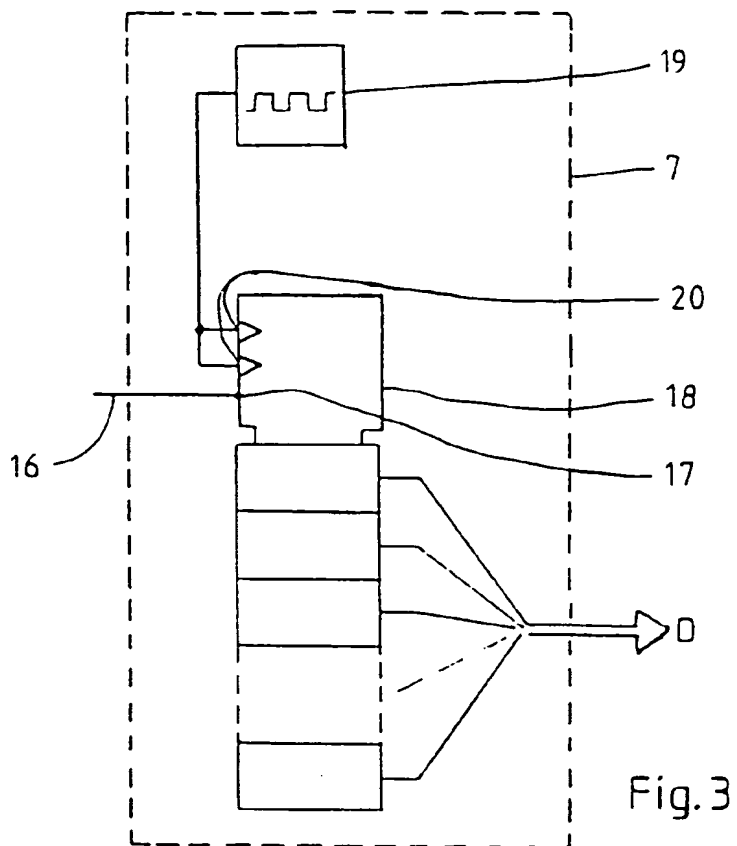
50

55

60

65





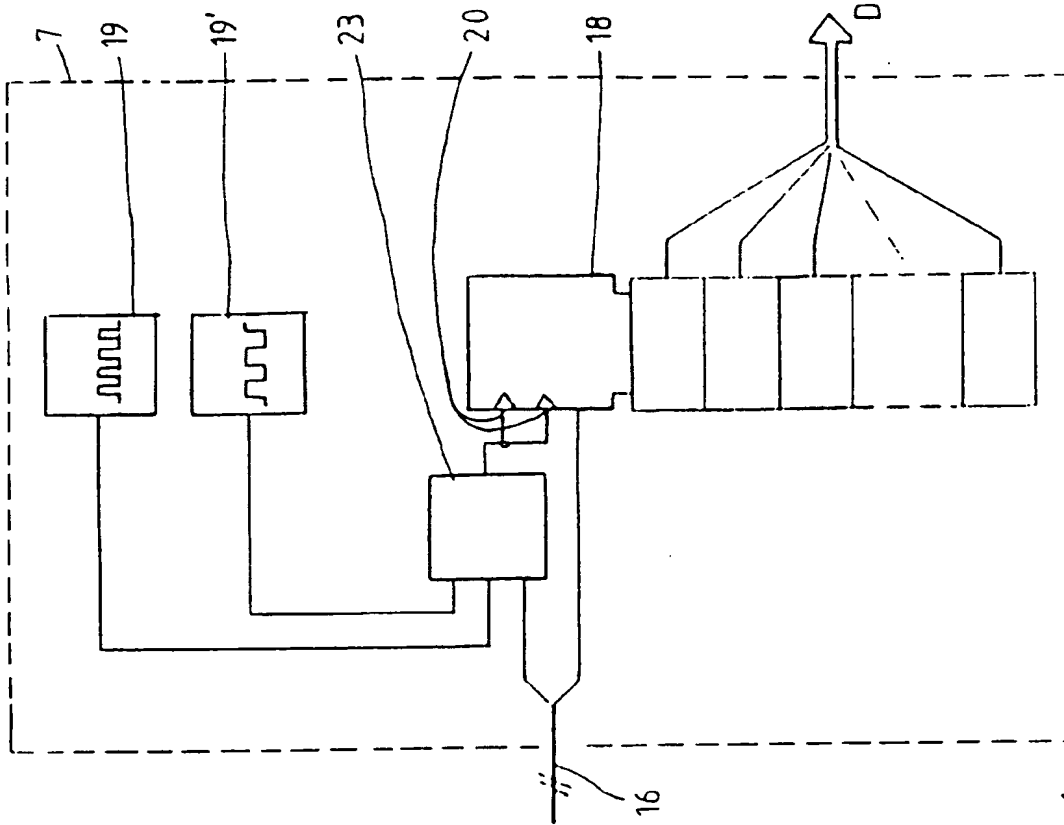


Fig. 6

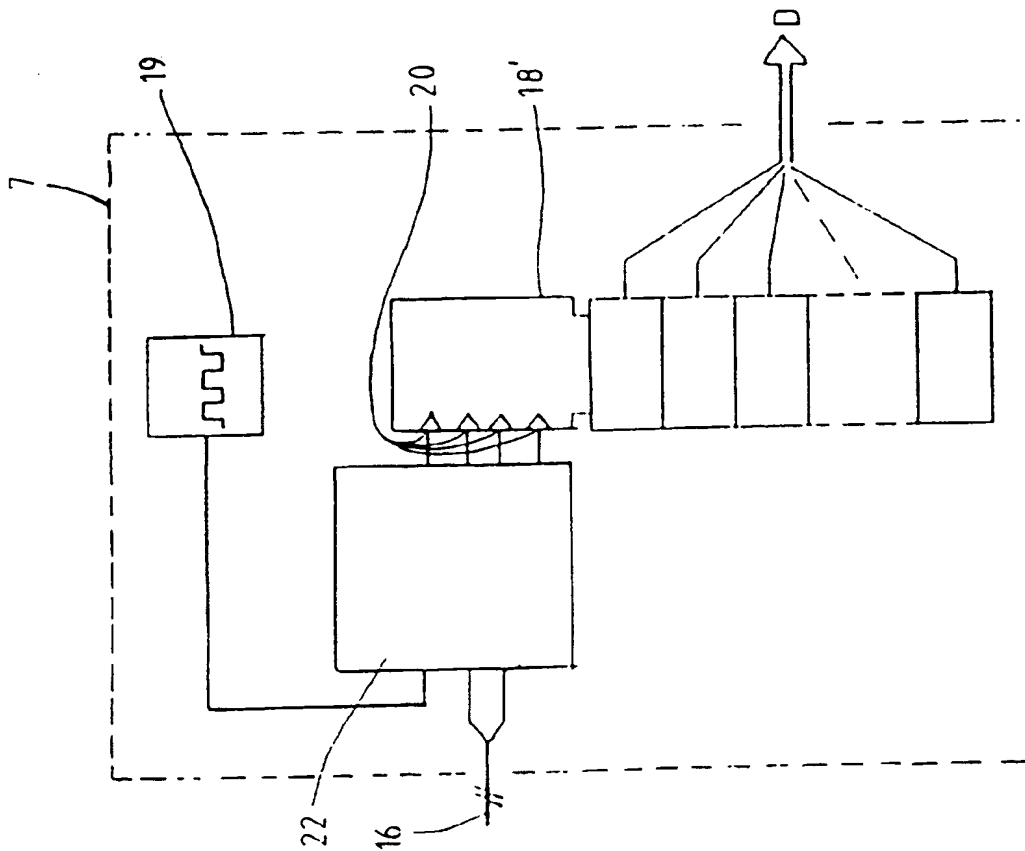


Fig. 5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.